Iranian Journal of Pulses Research
Homepage: https://ijpr.um.ac.ir
Vol. 14, No. 1, June 2023, p. 34-47
Original Research; DOI: 10.22067/ijpr.v14i1.2202-1024

پژوهش‌های حبوبات ایران
سال(دوره) ۱۴ شمارهٔ۱، نیمهٔ اوّل ۱۴۰۲
صفحهٔ ۴۷-۳۴، نوع مقاله: پژوهشی

اثر تاریخ کاشت بر کیفیت علوفه و عملکرد دانه چهار اکوتیپ خلر

حسین صبوری‌فرد[1] و حامد کشاورز[2]*

۱- عضو هیئت علمی گروه علوم کشاورزی، دانشگاه فنی و حرفه‌ای، تهران؛ hosseinsabourifard@gmail.com
شناسه ارکید: 0000-0002-6744-0452

۲- دانش‌آموخته دکتری، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، تهران؛ H.keshavarz@modares.ac.ir
شناسه ارکید: 0000-0002-7607-1580

تاریخ‌ها:
دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۱۸، بازنگری: ۱۴۰۰/۱۲/۲۴، پذیرش: ۱۴۰۱/۰۲/۱۰؛ انتشار آنلاین مقاله: ۱۴۰۲/۰۴/۰۱

نحوه ارجاع به مقاله:
صبوری‌فرد، ح.، و کشاورز، ح. ۱۴۰۲. اثر تاریخ کاشت بر کیفیت علوفه و عملکرد دانه چهار اکوتیپ خلر. پژوهش‌های حبوبات ایران ۱۴(۱): ۴۷-۳۴.

چکیده

به منظور ارزیابی اثر تاریخ کاشت بر عملکرد علوفه و دانه چهار اکوتیپ داخلی و خارجی خلر، آزمایشی در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ در مزرعه‌ای در منطقه شهریار تهران انجام شد. تیمارهای آزمایشی به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار قرار گرفتند. تیمارهای آزمایشی شامل سه سطح تاریخ کاشت (۲۷ اسفند، ۱۷فروردین و ۹ اردیبهشت) و چهار اکوتیپ خلر (سوریه، اتیوپی، اشنویه و مشهد) بودند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد اثر اکوتیپ، تاریخ کاشت و اثر متقابل آن‌ها برای اکثر صفات مورد بررسی معنی‌دار بود. عملکرد علوفه خلر تحت تأثیر تاریخ کاشت معنی‌دار شد و بیشترین عملکرد علوفه در تاریخ کاشت ۲۷ اسفند ماه در اکوتیپ اتیوپی به‌دست آمد. بیشترین درصد ماده آلی، قندهای محلول و فیبر خام در تاریخ کشت اردیبهشت به‌دست آمد، اما درصد پروتئین و شاخص سطح برگ در تاریخ کاشت فروردین بیشترین مقدار را داشتند. در بین ارقام نیز از نظر خصوصیات زراعی تفاوت آماری وجود داشت، به‌طوری‌که بیشترین تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و عملکرد دانه در رقم مشهد حاصل شد. وجود اثر متقابل معنی‌دار در صفات فوق بیانگر این موضوع است که اکوتیپ‌های مختلف در تاریخ کاشت‌های متفاوت واکنش متفاوتی دارند. نتایج این تحقیق نشان داد که تأخیر در کاشت به علت تغییرات درجه حرارت سبب تسریع نمو ارقام، نقصان سطح فتوسنتزکننده، گلدهی زودهنگام و در نتیجه کاهش عملکرد دانه گردید.

واژه‌های کلیدی: پروتئین؛ خلر؛ شاخص سطح برگ؛ فصل کشت؛ عملکرد و اجزای عملکرد

مقدمه

با توجه به افزایش روز افزون جمعیت و در نتیجه لزوم تامین پروتئین مورد نیاز کشور از طریق تولید مواد دامی و همچنین اهمیت حفظ ساختمان خاک با ایجاد تناوب زراعی صحیح در اراضی کشاورزی تحقیق بررسی بر روی گیاهان علوفه‌ای امری اجتناب ناپذیر است. در کشور ما مهمترین عامل تهیه پروتئین در رژیم غذایی انسان‌ها، منابع حیوانی می‌باشد. از این رو بایستی با انتخاب و کاشت گیاهان مناسب و سازگار با شرایط اقلیمی منطقه باعث کاهش قیمت تمام شده این گیاه شد که بالطبع سبب افزایش گوشت و کاهش قیمت آن خواهد گردید. یکی از روش‌های افزایش باروری خاک و افزایش تولید محصولات زراعی، در تناوب قرار دادن گیاهان خانواده بقولات در مزارع آبی و دیمزارها است (Silva *et al*., 2018). علاوه بر فائق آمدن بر مشکلات ذکر شده، فرسایش منابع خاکی و کمبود عملکرد ناشی از آن نیز برطرف می‌گردد. زراعت گیاهان علوفه‌ای از دیر باز مورد توجه کشاورزان بوده و عمدتاً مبتنی بر ارقام بومی و کم بازده بوده است. افزایش مصرف کودهای شیمیایی نیتروژنی در چند دهه اخیر موجب شده است بقولات علوفه‌ای که با تثبیت بیولوژیک نیتروژن به حاصلخیزی خاک کمک می‌کردند، فراموش شوند (Lambein *et al*., 2019). لگوم‌هایی همچون انواع ماشک، خلر، عدس و نخود معمولاً به دلیل سازگاری بالا به آب و هوای خشک و نیمه خشک و محیط‌های نامطلوب و همچنین دارا بودن فصل رشد کوتاه، شرایط مناسبی برای تولید علوفه و مدیریت واحد زراعی ایجاد

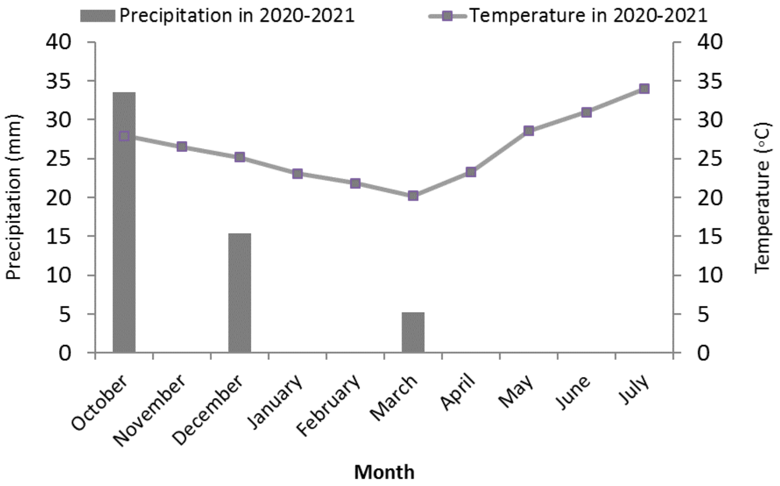
* نویسنده مسئول: H.keshavarz@modares.ac.ir

می‌نماید (Llorent-Martínez *et al*., 2017). در این میان خلر به طور وسیعی در سرتاسر خاورمیانه و هند کشت می‌گردد (Marghali *et al*., 2017) و می‌تواند با حداقل امکانات رشد کرده و نسبت به سایر بقولات در اقلیم‌های متنوعی رشد و نمو داشته باشد. این گیاه به دلیل داشتن رشد رویشی سریع، اندام‌های آبدار، نسبت C/N پائین، نیاز آبی کم، تحمل سرما و پرشاخ و برگ بودن به عنوان کود سبز نیز قابل استفاده است. گزارش شده است که زیر خاک کردن خلر به عنوان کود سبز به همراه افزودن ۶۷ Kg ha^{-1} نیتروژن در خاک در فصل آیش باعث افزایش عملکرد و پروتئین در محصولات بعدی غیر لگوم می‌شود (Hojjat, 2020). خلر به عنوان یک منبع پروتئین در تغذیه نشخوارکنندگان و طیور نیز استفاده می‌شود و می‌توان علوفه خشک، علوفه سبز و کاه آن را به مصرف خوراک گاو و گوسفند رساند. از آنجا که مواد آلی موجود در علوفه خلر (کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها و چربی‌ها) قادرند در بدن دام‌ها کاتابولیسم شوند و به عنوان منبع انرژی‌زا مورد استفاده قرار گیرند، علوفه خلر از نظر تأمین عناصر معدنی مورد نیاز دام از اهمیت به سزایی برخوردار است. ارزش غذایی آن ۰/۷۵ یونجه می‌باشد و بره‌های تغذیه شده با خلر افزایش وزنی تا حدود ۱۰۰ تا ۱۳۰ گرم در روز داشته‌اند (Zhou *et al*., 2016). همچنین گزارش شده که با جایگزینی دانه خلر به جای سویا در جیره بره‌ها مصرف غذا و ضرایب هضم مواد مغذی افزایش یافته است (Vaz Patto & Rubiales, 2014).

تاریخ کاشت بهینه به دوره‌ای اشاره دارد که گیاه بالاترین احتمال رشد در شرایط مطلوب خاک و آب و هوایی را داشته باشد. تاریخ کاشت با تأثیر بر درجه حرات تجمعی گیاه، دوره‌های نوری و بارندگی مراحل رشد رویشی و زایشی گیاه را تحت تأثیر قرارداده و باعث تغییر در عملکرد و کیفیت محصول تولیدی می‌شود (Bhandari *et al*., 2018). تاریخ کاشت به دو صورت باعث تغییر در عملکرد می‌شود. نخست، تأثیر تاریخ کاشت بر عملکرد نهایی است که با تعیین مقدار عملکرد کمی (علوفه و دانه) یا کیفی (مقدار پروتئین، روغن و غیره) محاسبه می‌شود و دوم تأثیر تاریخ کاشت بر اجزا عملکرد می‌باشد. به دلیل آنکه تاریخ کاشت اثر قابل ملاحظه‌ای بر عملکرد دانه دارد برای کسب حداکثر محصول دانه از لحاظ کمی و کیفی در یک منطقه خاص لازم است تا نسبت به شناخت تاریخ کاشت مناسب اقدام کنیم. بطور کلی، گیاهانی که کشت آن‌ها به تأخیر می‌افتد هر یک از مراحل نمو را با سرعت بیش‌تری سپری می‌کنند. به عبارتی، طول دوره هر مرحله نمو با افزایش تأخیر در تاریخ کاشت، بطور تصاعدی کاهش می‌یابد چون طول دوره تشکیل برگ کاهش پیدا کرده است (Faramarzi *et al*., 2012). بنابراین با تغییر در تاریخ کاشت و انطباق مراحل رشد گیاه با شرایط محیطی، می‌توان باعث بهبود در میزان رشد رویشی و زایشی و نهایتاً عملکرد گیاه شد. در تاریخ‌های کاشت دیر هنگام، دانه‌ها در دوره‌ای با طول روز کوتاه‌تر می‌رسند اما در تاریخ‌های کاشت زود، انرژی تابشی بیش‌تری برای انجام فرآیند فتوسنتز در دسترس خواهد بود. به علاوه بوته‌هایی که دیرتر کشت شده باشند در پایان دارای سطح برگ کم‌تری بوده و در نتیجه ماده خشک کمتری تولید می‌کنند. چنان که گزارش شده است که کاشت زود هنگام بهاره ذرت شیرین به دلیل اینکه تشکیل و پر شدن دانه در روزهای بلندتر سال اتفاق افتاده بود، از عملکرد بیشتری نسبت به تاریخ‌های کاشت دیر هنگام برخوردار بود (Khan *et al*., 2018). در سایر گیاهان، تاریخ کاشت ممکن است اثرات مشابهی داشته باشد به عنوان مثال در آزمایشی به منظور بررسی اثر تاریخ کاشت بر عملکرد خلر (*Lathyrus sativus* L.) گزارش شده است که با تأخیر در کشت، عملکرد بیولوژیک، مقدار روغن و عملکرد کل روغن، شاخص برداشت، تعداد دانه در واحد سطح و تعداد غلاف، و در نتیجه عملکرد دانه کاهش یافت (Rafaat, *et al*., 2022). البته کاهش در همه اجزای عملکرد، ممکن است همیشه رخ ندهد و یا حداقل در همه گیاهان یکسان نباشد. با توجه به نیاز روز افزون کشور به تأمین غذا و تولید فراورده‌های دامی، باید مطالعات بیشتری بر روی گیاهان علوفه‌ای جدید با عملکرد و کیفیت مطلوب و نیاز آبی کم انجام شود. همچنین انتخاب رقم مناسب با اقلیم و شرایط زراعی هر منطقه برای موفقیت در تولید، حائز اهمیت می‌باشد. از این رو این تحقیق با هدف بررسی اثر تاریخ کاشت و چهار اکوتیپ مختلف بر شاخص‌های کیفی علوفه و عملکرد دانه خلر به عنوان یک گیاه علوفه‌ای امیدبخش انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ در مزرعه شخصی واقع در شهرستان شهریار از توابع استان تهران به انجام رسید. خاک محل آزمایش از نظر بافت جز اراضی سبک (Sand loam) با قابلیت نگهداری رطوبت اندک بود. پارامترهای هواشناسی از زمان کاشت تا برداشت شامل درجه حرارت، مقدار بارندگی (شکل ۱) از ایستگاه هواشناسی چیتگر وابسته به سازمان هواشناسی کشور جمع‌آوری شد.



شکل ۱- مجموع بارندگی و متوسط دمای ماهانه در طی دوره رشد

Fig. 1. The average monthly rainfall and temperature during the growth period

محل اجرای آزمایش از نظر اقلیمی جز مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می‌شود و داده‌های بلند مدت (آورده نشده است) نشان می‌دهد که میزان بارندگی سالیانه حدود ۲۵۰ تا ۳۱۰ میلی‌متر می‌باشد که ۸۰ درصد آن در پاییز و زمستان نازل می‌شود. در این آزمایش، عملکرد و کیفیت علوفه و دانۀ چهار اکوتیپ خارجی و داخلی خلر (سوریه، اتیوپی، اشنویه و مشهد) تحت تأثیر تاریخ کاشت (۲۴ اسفند، ۱۷ فروردین و نهم اردیبهشت ماه) به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت. تاریخ‌های کاشت به ترتیب معرف کشت به‌هنگام، بهاره و تأخیری بهاره بودند. بر این اساس، ابتدا زمین مورد نظر چند روز قبل از کشت توسط گاوآهن برگردان‌دار شخم زده شده و به منظور تسطیح زمین از ماله استفاده گردید. سپس توسط فاروئر شیارهای به فاصله ۶۰ سانتی‌متر در عرض زمین ایجاد گردید و آماده کشت شدند. کوددهی نیز بر اساس نیاز گیاه انجام شد. در هر تکرار، ۱۲ کرت آزمایشی بصورت تصادفی قرار گرفت که هر کرت مشتمل بر شش خط کاشت به فاصله ردیف ۳۰ سانتی‌متر و به طول ۲/۴ متر بود. علاوه بر این بین هر کرت با کرت مجاور یک پشته به صورت نکاشت در نظر گرفته می‌شود. بذور اکوتیپ‌های خارجی (سوریه و اتیوپی) از بخش تحقیقات علوفه‌ای موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر و اکوتیپ‌های داخلی (اشنویه و مشهد) از بازارهای محلی در شهرستان‌های مربوطه تهیه شد. اولین کشت در تاریخ ۲۴ اسفند ماه به صورت دستی انجام شد و کشت‌های بعدی به فاصله ۲۳ روز یکبار (۱۷ فروردین و ۹ اردیبهشت ماه) انجام پذیرفت. بذور خلر در عمق ۴-۳ سانتی‌متر به صورت کپه‌ای در دو طرف پشته‌ها و روی پشته‌ها (روش جوی و پشته‌ای) کشت شدند، به نحویکه در داخل هر کپه چهار عدد بذر قرار داده شد و تراکم بوته برای تمامی ارقام یکسان و معادل ۲۲۰۰۰۰ بوته در هکتار در نظر گرفته شد. از آن جا که بوته‌ها به مراقبت بیشتر نیاز داشتند و به علت فقدان پوشش گیاهی خاک و شنی بودن که موجب خشک شدن سریع خاک می‌شد، عملیات آبیاری در طول مراحل اولیه و گیاهچه‌ای هر سه روز یک بار انجام شد و به سمت انتهای دوره‌ی رشد این فاصله زمانی کم‌کم افزایش یافت و دوره آبیاری به پنج روز رسید. در طول دوره رشد مبارزه با علف‌های هرز به صورت دستی و در چندین نوبت انجام پذیرفت. جهت نمونه‌برداری از مزرعه و تجزیه کمی و کیفی نمونه‌ها، محصول علوفه خلر در مرحلۀ ۵۰ درصد گلدهی و غلاف‌دهی برداشت شد. پس از تعیین عملکرد علوفه خشک ارقام، نمونه‌ای از علوفه هر کرت معادل ۳۰۰ گرم برای تعیین صفات کیفی تهیه گردید. در این مرحله صفاتی مانند درصد پروتئین خام (Crude Protein)، درصد قندهای محلول در آب (Water Soluble Carbohydrates)، درصد فیبرخام (Crude fiber) با استفاده از تکنولوژی طیف سنجی مادون قرمز نزدیک (Near Infrared Reflectance Spectroscopy) و با استفاده از دستگاه اینفراماتیک (Inframatic 8620 Percor, Germany) اندازه‌گیری شد. همزمان یک متر مربع از هر واحد آزمایشی برداشت و سطح برگ سبز به کمک دستگاه Leaf Area meter (England) در آزمایشگاه محاسبه گردید. زمان رسیدگی فیزیولوژیک دانه‌ها با توجه به زرد شدن غلاف‌ها مشخص شد و به طور متوسط عملکرد دانه در تاریخ کاشت اول، دوم و سوم به‌ترتیب بعد از

۷۹، ۶۰ و ۴۹ روز برداشت گردید. به منظور تعیین عملکرد دانه با در نظر گرفتن اثر حاشیه سطحی معادل یک متر مربع در هر کرت برداشت (کف بر) و اندازه‌گیری‌ها شامل عملکرد دانه و اجزای عملکرد دانه (تعداد کل غلاف، تعداد دانه در غلاف، وزن۱۰۰۰دانه) روی بوته‌های برداشت شده صورت پذیرفت. داده‌های حاصل از نمونه‌برداری‌ها برای سهولت در محاسبات ریاضی در صفحات برنامه Excel ثبت شدند. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها نیز مطابق روش تجزیه واریانس (PROC ANOVA) از برنامه آماری SAS استفاده شد. سپس مقایسه میانگین‌های صفات مورد بررسی به روش آزمون حداقل تغییرات معنی‌دار (LSD) در سطح آماری پنج درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) حاکی از تأثیر تیمار تاریخ کاشت و اکوتیپ‌های مورد استفاده بر اکثر صفات مورد بررسی بود به‌طوریکه تیمار اکوتیپ‌های مختلف خلر به جز عملکرد خشک اندام هوایی بر دیگر صفات مورد بررسی در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد. اثر تیمارهای مختلف تاریخ کاشت بر تمامی صفات مورد بررسی معنی‌دار شد و تنها در صفت وزن۱۰۰۰دانه و عملکرد دانه تغییر معنی‌داری ایجاد نکرد (جدول ۱). در نهایت بر هم کنش تاریخ کاشت در اکوتیپ در تمامی صفات به جز تعداد دانه در غلاف، وزن۱۰۰۰دانه و عملکرد خشک اندام هوایی در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱).

ماده آلی

اثر متقابل تاریخ کاشت در اکوتیپ بر میزان ماده آلی معنی‌دار بود (جدول ۱) و رقم اتیوپی در تاریخ کاشت اردیبهشت بیشترین میزان ماده آلی را در علوفه خود دارا بود که این صفت نسبت به تاریخ کاشت اسفند و فروردین به ترتیب ۲/۹۸ و ۱/۷۱ درصد افزایش داشت (جدول ۲). رقم مشهد در تاریخ کاشت فروردین با میانگین ۸۸/۱۲ درصد کمترین میزان ماده آلی را داشت. افزایش درصد ماده آلی در تاریخ کاشت‌های تأخیری را می‌توان ناشی از افزایش درجه حرارت و همچنین نیاز برای رشد دانست. به دلیل این‌که با تأخیر در کاشت و اثر عوامل محیطی که می‌تواند افزایش درجه حرارت و طول روز باشد، طول دوره رشد کاهش یافته. با کوتاه شدن طول دوره رویش، احتیاج گیاه به بافت‌های ساختمانی افزایش یافته در نتیجه میزان مواد آلی افزایش می‌یابد (Keshavarz *et al*., 2018).

قندهای محلول

بررسی میانگین قندهای محلول در علوفه خلر حاکی از تأثیر توأم تیمار تاریخ کاشت و اکوتیپ در هر دو سال آزمایش بود (جدول ۱). بیشترین غلظت قندهای محلول در رقم سوری و در تاریخ کاشت اردیبهشت به‌دست آمد اما در مجموع بین اکوتیپ‌های مختلف در این تاریخ کاشت (نهم اردیبهشت) اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲). چنین به نظر می‌رسد که در تاریخ کاشت اسفند به علت سرد بودن هوا گیاهان از سرعت فتوسنتز کمتری برخوردار بوده و در نتیجه میزان کربوهیدرات کمتری تولید شده است. در مقابل با تأخیر در تاریخ کاشت گیاهان در مجاورت دمای بالاتری رشد نموده‌اند و با افزایش گرما میزان فتوسنتز و واکنش‌های شیمیائی و در نتیجه میزان کربوهیدرات‌ها محلول در آب افزایش یافته است (Asadpour *et al*., 2020).

پروتین خام

غلظت پروتئین خام تحت تأثیر اثر متقابل اکوتیپ و تاریخ کاشت قرار گرفت (جدول ۱). بیشترین غلظت پروتئین در رقم مشهد و در تاریخ کاشت فروردین با ۲۳/۹۴ درصد به‌دست آمد که در مقایسه با تاریخ کاشت اسفند ۸/۹۳ درصد و با تاریخ کاشت اردیبهشت ماه ۳۱/۲ درصد برتری نشان داد (جدول ۲). با تأخیر در کاشت و به دلیل کاهش طول دوره رویش، درصد فیبر خام افزایش می‌یابد و با توجه به رابطه عکس بین میزان فیبر و پروتئین (Seyithan, S. 2020) کاهش پروتئین در کشت تأخیری دور از انتظار نمی‌باشد. نتایج به‌دست آمده در این تحقیق با نتایج دیگر محققان همخوانی دارد (Piecyk *et al*., 2019; Tripathy *et al*., 2016). از سوی دیگر با توجه به معنی‌دار بودن اثر متقابل تاریخ کاشت و اکوتیپ از نظر محتوای پروتئین علوفه مشخص می‌گردد که تأثیر تاریخ کاشت بر روی این مؤلفه بستگی به ژنوتیپ گیاه دارد.

فیبر خام

بر اساس نتایج مقایسه میانگین، اکوتیپ اتیوپی در تاریخ کاشت ۹ اردیبهشت با میانگین ۲۳/۱۳ بیشترین و رقم مشهد در تاریخ کاشت ۱۷ فروردین با میانگین ۱۰/۶۷ کمترین میزان فیبر خام در علوفه را دارا بودند (جدول ۲). همچنین رقم مشهد کمترین میزان فیبر خام را به خود اختصاص داد. مرحله رشدی گیاه مهمترین عامل مؤثر بر ترکیب و ارزش غذایی علوفه است.

جدول ۱- تجزیه واریانس میانگین مربعات صفات فیزیولوژیک، عملکرد و اجزاء عملکرد تحت تاثیر تیمارهای تاریخ کاشت و اکوتیپ

Table 1. Analysis of variance (mean squares) of physiological traits, yield and yield components in different sowing date and ecotypes

منابع تغییر **Source of variation**	درجه آزادی **df**	ماده آلی **Organic matte**	قندهای محلول **Soluble sugar**	پروتئین خام **Crud Protein**	فیبر خام **Crud fiber**	سطح برگ **Leaf area**	تعداد غلاف در بوته **No of pod**	تعداد دانه در غلاف **No of seed in pod**	وزن۱۰۰۰دانه **1000-seed weight**	عملکرد دانه **Seed yield**	عملکرد خشک اندام هوایی **Shoot dry weight**
Replicationتکرار	2	0.04	0.10	2.52	0.87	175975	2149	0.05	120.33	31849	116252.02
Ecotypeاکوتیپ	3	2.77**	27.79**	22.30**	23.34**	23874362**	125465**	0.59**	4524.47**	2224264**	531814.73
Sowing تاریخ کاشت date	2	17.16**	229.89**	26.29**	103.79**	10058533**	159913**	0.3**	188.08	2349897	1459073.76*
اکوتیپ×تاریخ کاشت Ecotype×Sowing date	6	0.90**	14.42**	11.43**	15.38**	4598007**	61885**	0.11	744.41	1047672**	645489.72
Errorخطای آزمایشی	22	0.22	3.16	1.32	3.94	533656	4364	0.07	319.72	77905	277698.79
ضریب تغیرات (٪) CV (%)		0.53	10.23	5.8	12.09	20.5	13.3	9.6	12.79	16.22	15.75

بدون علامت، ** و * به ترتیب به مفهوم عدم وجود اختلاف معنی‌دار و وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد و ۵ درصد می‌باشند.

**, *and ns significant at 0.01, 0.05 probability level and no significant, respectively.

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در چهار اکوتیپ خلر تحت تاثیر تاریخ های مختلف کاشت

Table 2. Two-way interaction between ecotype and sowing date on physiological traits, yield and yield components

تاریخ کاشت Sowing date	اکوتیپ Ecotype	ماده آلی (٪) Organic matter (%)	قندهای محلول (٪) Soluble sugar (%)	پروتئین خام (٪) Crud protein (%)	فیبر خام (٪) Crud fiber (%)	سطح برگ (سانتیمتر) Leaf area (cm)	تعداد غلاف در بوته No of pod in plant	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (Kg ha^{-1})
14th March	Syria	88.59ef	12.58de	21.77b	16.09b	3676.7cde	505.67d	2008.7bc
	Ethiopia	88.96de	15.38cd	19.36cd	15.99b	583.3g	474.67de	1648.7cd
	Eshnoye	88.55ef	13.74de	21.40b	15.29b	1373.3fg	331.67f	798.7f
	Mashhad	88.36ef	1.43de	21.80bc	14.43b	4486.7bc	882.33a	2983 a
6th April	Syria	89.76bcd	17.22c	19.30cd	16.14b	4340.0cd	708 b	2788.3 a
	Ethiopia	90.13b	20.94ab	17.88de	14.62b	1180.0g	564.0cd	2285 b
	Eshnoye	88.96cde	14.39cde	21.38b	14.92b	3103.3de	373.0ef	1294 de
	Mashhad	88.12f	11.67e	23.94a	10.67c	6923.3a	663.33bc	1941 bc
29th April	Syria	91.1a	23.50a	18.09de	20.92a	4490.0bc	285.33f	998 ef
	Ethiopia	91.7a	22.70ab	16.19e	23.13a	2466.7ef	456.67de	1916.7bc
	Eshnoye	89.77bc	20.36b	21.93b	14.98b	5723.3ab	340.33f	839.7 ef
	Mashhad	91.1a	22.40ab	16.47e	19.88a	4413.3c	366.3ef	1147.3 ef
LSD value		0.8	3.01	1.95	3.36	1237	111.8	472.6

در هر ستون و برای هر عامل، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، فاقد اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشند.

Values within the each column and followed by the same letter are not different at $P < 0.05$.

به موازات افزایش سن گیاه، احتیاج آن به بافت‌ها و کربوهیدرات‌های ساختمانی مانند سلولز، همی سلولز و فیبر افزایش میابد. بنابراین با تأخیر در کاشت و مواجه شدن مراحل رشدی گیاهان علوفه‌ای با درجه حرارت بالا و طول روز بلند، دیواره سلولی تحریک به ساخت فیبر شده و قابلیت هضم گیاه کاهش میابد. از آنجا که میزان پروتئین با میزان فیبر گیاه رابطه عکس دارد (Talukdar, 2012) با افزایش سن گیاه از مقدار پروتئین کاسته می‌شود و کشت زود هنگام به دلیل مناسب بودن حرارت و شرایط محیطی موجب افزایش پروتئین و کاهش فیبر خام شده و این موضوع خوشخوراکی و ارزش غذایی خلر را افزایش می‌دهد.

سطح برگ

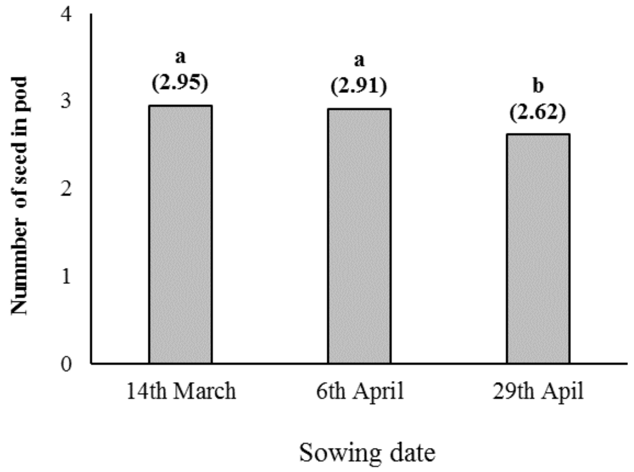
این صفت در سال اول در تیمار اکوتیپ مشهد و در تاریخ کاشت فروردین ماه با ۶۹۲۳/۳ سانتیمتر بیشترین و در تیمار اکوتیپ اتیوپی در همین تاریخ کاشت با ۱۱۸۰/۰ سانتیمتر کمترین میزان را داشت (جدول ۲). رقم اتیوپی نیز کمترین میزان این صفت را در سال دوم به خود اختصاص داد. افزایش سطح برگ در ابتدای دوره رشد کند و پس از آن با فراهم شدن شرایط محیطی مناسب افزایش و سپس به دلیل سایه اندازی، پیری و ریزش برگ شاخص برگ سیر نزولی پیدا می‌کند. به نظر می‌رسد در تاریخ کاشت فروردین ماه به دلیل وجود دمای مطلوب، شرایط مناسبی برای گیاه فراهم شده تا کانوپی گیاه در مقایسه با کاشت زودهنگام و تأخیری توسعه بیشتری داشته باشد و منجر به افزایش شاخص سطح برگ گردد. محققین طی تحقیقاتی در این خصوص دریافتند که برگ‌های گیاهان دیر کاشت با سرعت بیشتری از بین می‌روند (Atıs & Acıkalın, 2020). قابل ذکر است که حداکثر شاخص سطح برگ سبز و سرعت تغییر آن در طول فصل رشد با توجه به ژنوتیپ، شرایط محیطی و عملیات زراعی متفاوت خواهد بود (Keshavarz Mirzamohammadi *et al*., 2021).

تعداد غلاف در بوته

تعداد غلاف در بوته یکی از اجزا مهم عملکرد دانه است، زیرا در بر گیرنده تعداد دانه و نیز تأمین کننده قسمتی از مواد فتوسنتزی مورد نیاز و نهایتاً وزن دانه است. در این پژوهش رقم مشهد در تاریخ کاشت اسفند ماه نسبت به دیگر تیمارها برتری نشان داد (جدول ۲). خلر از نظر ویژگی‌های رشدی جز گیاهان رشد نامحدود به حساب می‌آید که در آن رشد زایشی و رویشی هم زمان اتفاق می‌افتد. بیشتر بودن تعداد غلاف در بوته در تاریخ کاشت‌های زودتر باعث ایجاد رقابت در تشکیل آغازه‌های دانه شده و با توجه به تأثیر نسبی اجزا عملکرد بر یکدیگر می‌توان انتظار کاهش تعداد دانه در هر غلاف را داشت. اگرچه عواملی نظیر ژنوتیپ، محیط و ظرفیت منبع و مخزن نیز در شکل‌گیری اجزا عملکرد مؤثر می‌باشند. Liu و همکاران (2020) گزارش کردند کشت زود هنگام سویا سبب تولید تعداد زیادی غلاف می‌شود که در اثر رقابت شدید بین غلاف‌ها ممکن است تعدادی از آن‌ها ریزش کند. همچنین بر اساس نتایج تحقیقات گذشته تأخیر در کاشت و تنش گرمایی ناشی از آن در مرحله گلدهی، موجب ریزش شدید گل و در نتیجه کاهش شدید عملکرد دانه می‌شود (Asadpour *et al*., 2020).

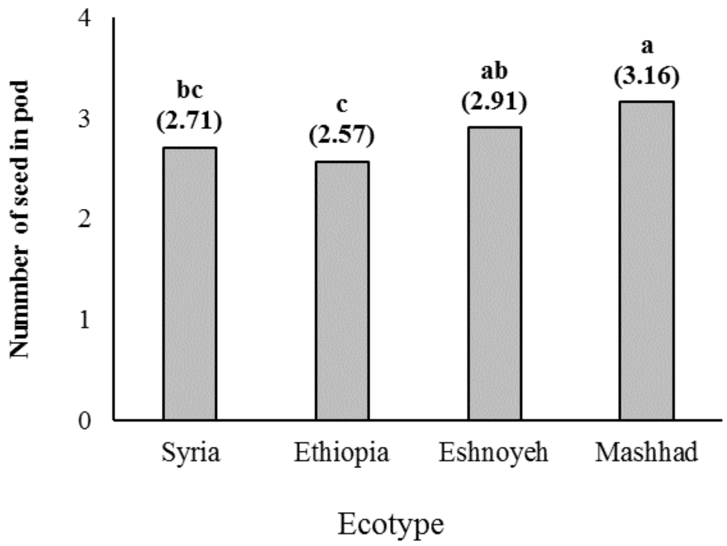
تعداد دانه در غلاف

صفت تعداد دانه در هر غلاف تنها در اثرات اصلی تاریخ کاشت و اکوتیپ معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که با تأخیر در کاشت، تعداد دانه در غلاف کاهش یافت به‌طوریکه تاریخ کاشت اول بیشترین تعداد دانه در غلاف را با میانگین ۲/۹۵ داشت که نسبت به تاریخ کاشت اردیبهشت حدود ۱۰ درصد بیشتر بود (شکل ۲). رقم مشهد با میانگین ۳/۱۶ بیشترین تعداد دانه در غلاف را داشت (شکل ۳). در این آزمایش، دو اکوتیپ مشهد و اشنویه و دو اکوتیپ سوریه، اتیوپی علی‌رغم داشتن اختلاف، از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند (شکل ۳). کاهش تعداد دانه در خورجین در اثر تأخیر در تاریخ کاشت توسط دیگر محققین نیز گزارش شده است (Rah Khosravani *et al*., 2017; Salih, 2019). بدیهی است که تأخیر در کاشت گیاه خلر سبب کوتاه شدن مرحله رویشی گیاه شده و در نتیجه گیاه در زمان مناسب به شاخص سطح برگ مطلوب نمی‌رسد. از آنجا که رابطه مستقیمی بین ماده خشک تولید شده قبل از گلدهی با تعداد نهایی دانه وجود دارد (Xu *et al*., 2019) با کاهش ماده خشک تولید شده در مرحله رویشی گیاه قادر به تولید شیره پرورده کافی جهت پر کردن دانه‌های تشکیل شده نخواهد بود که بر این اساس تعداد نهایی دانه کاهش و در صد پوکی دانه افزایش می‌یابد. از طرفی سقط دانه‌های تازه تلقیح شده تحت تأثیر درجه حرارت‌های نامناسب از دیگر اثرات کشت تاخیری می‌باشد (Apeyuan *et al*., 2017). اکوتیپ مشهد در تمام تاریخ کاشت‌ها بیشترین تعداد دانه در غلاف را داشت که نشان از پتانسیل این اکوتیپ در تولید بذر بیشتر در غلاف است که می‌توان جز خصوصیات مطلوب این اکوتیپ به حساب آورد.



شکل ۲- اثر اصلی تاریخ کاشت بر تعداد دانه در غلاف. حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ براساس آزمون LSD (LSD value:0.231) می‌باشند.

Fig. 2. Main effect of sowing date on number of seed in pods. Means having similar letters, have no significant difference at 5% probability level by LSD test (LSD value: 0.231).

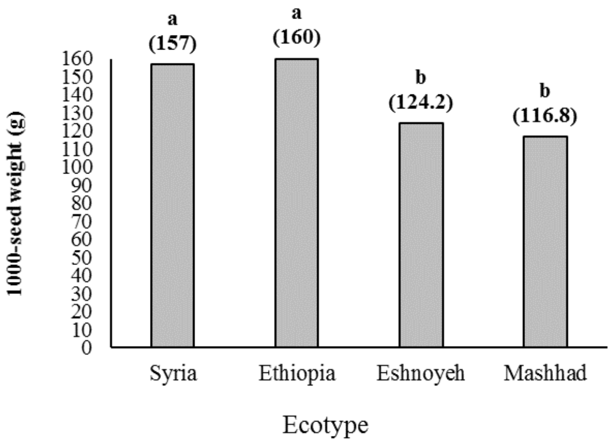


شکل ۳- اثر اصلی اکوتیپ بر تعداد دانه در غلاف. حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ براساس آزمون LSD (LSD value: 0.266) می‌باشند.

Fig. 3. Main effect of ecotype on number of seed in pods. Means having similar letters, have no significant difference at 5% probability level by LSD test (LSD value: 0.266).

وزن۱۰۰۰دانه

صفت وزن۱۰۰۰دانه تنها متأثر از تیمار اکوتیپ قرار گرفت به نحویکه بیشترین وزن۱۰۰۰دانه در اکوتیپ‌های اتیوپی (۱۶۰ گرم) و سوری (۱۵۷ گرم) قرار گرفت (شکل ۴). دو اکوتیپ سوری و اتیوپی با برتری قابل توجهی نسبت به دو اکوتیپ داخلی بیشترین وزن۱۰۰۰دانه را داشتند (شکل ۴). در این بین اختلاف معنی‌داری بین اکوتیپ‌های داخلی اشنویه و مشهد مشاهده نشد. گزارش شده که وزن۱۰۰۰دانه پیشتر از اینکه به عوامل محیطی و خصوصیات خاک وابسته باشد، تحت تأثیر ژنتیک گیاه قرار می‌گیرد (Pouri *et al.*, 2019).



شکل ۴- اثر اصلی اکوتیپ بر وزن ۱۰۰۰دانه. حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ براساس آزمون LSD (LSD value:17.48) می‌باشند.

Fig. 4. Main effect of ecotype on 1000-seed weight. Means having similar letters, have no significant difference at 5% probability level by LSD test (LSD value: 17.48).

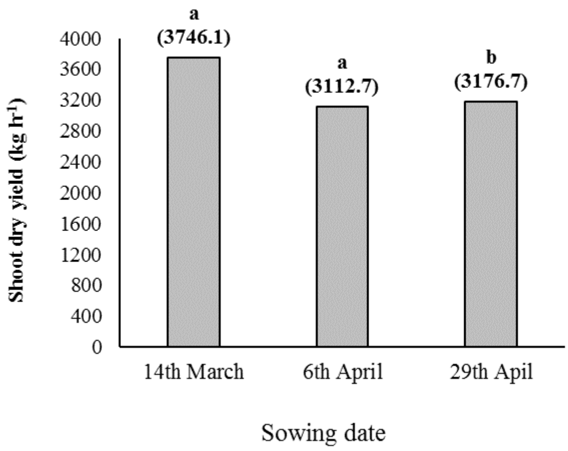
عملکرد دانه

تجزیه واریانس داده‌های آزمایش نشان داد که اثر متقابل تاریخ کاشت و اکوتیپ بر عملکرد دانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین عملکرد دانه در اکوتیپ مشهد و تاریخ کاشت اسفند حاصل شد اما تأخیر در کاشت این رقم به ترتیب موجب افت ۳۴ و ۶۱ درصدی در تاریخ‌های کاشت بعدی شد (جدول ۲). رقم اشنویه در تمام تاریخ‌های کاشت کمترین علکرد دانه را در بین چهار اکوتیپ داشت. در این تحقیق تاریخ کاشت سوم موجب افت شدید عملکرد هر چهار اکوتیپ شد به‌گونه‌ای که رقم اشنویه با ۸۳۹/۷ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد دانه را داشت (جدول ۲). در همین راستا نتایج تحقیقات پیشین نشان می‌دهد که تأخیر در کاشت از طریق کاهش تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن ۱۰۰۰دانه سبب کاهش عملکرد می‌شود (Faraji *et al.*, 2006). عملکرد دانه نتیجه فعالیت یک مجموعه گیاهی و نحوه استفاده آن‌ها از منابع محیطی است. به همین دلیل ارقامی که زودتر جوانه بزنند سطح برگ بیشتری تولید کرده و از تشعشع استفاده بیشتری می‌کنند و افزایش راندمان استفاده از نور در گیاه منجر به عملکرد بیشتر دانه خواهد شد. اگرچه اکوتیپ مشهد از وزن ۱۰۰۰دانه پایینی برخوردار بود اما تعداد کل غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف بیشتری نسبت به اکوتیپ‌های دیگر داشت که این موضوع کاملاً منطقی به نظر می‌رسد چون رقابت برای دریافت شیره پرورده بیشتر شده و دانه وزن ۱۰۰۰دانه کمتری خواهند داشت. احتمالاً اکوتیپ مشهد با جوانه زنی سریع‌تر و دریافت درجه روز رشد بیشتر وزن خشک خود را افزایش داده و به این ترتیب از شرایط محیطی برای تولید اجزا عملکرد بیشتر در گیاه استفاده بهینه کرده است. وجود دمای گرم‌تر در طی فصل رشد سال اول سبب جوانه‌زنی سریع‌تر گیاه و در نتیجه افزایش طول دوره رویش گردید. از این رو این رقم در سال اول دارای غلاف بیشتر و تا حدودی دانه بیشتر در غلاف نیز می‌باشد. در این پژوهش رقم مشهد از نظر عملکرد دانه نسبت به باقی ارقام برتری داشت که می‌تواند ناشی از تفاوت ژنتیکی ارقام و قابلیت بیشتر این رقم در بهره‌برداری از منابع در شرایط آب و هوایی شهریار باشد.

عملکرد خشک اندام هوایی

تأخیر در کاشت موجب کاهش عملکرد خشک اندام هوایی شد به نحویکه کمترین (۳۱۷۶/۷ کیلوگرم در هکتار) و بیشترین (۳۷۴۶/۱ کیلوگرم در هکتار) عملکرد خشک اندام هوایی به ترتیب در تاریخ کاشت ۹ اردیبهشت و ۲۴ اسفند و با اختلافی حدود ۱۵ درصدی به‌دست آمد (شکل ۵). برتری تاریخ کاشت اسفند در میزان عملکرد خشک اندام هوایی را می‌توان به افزایش طول دوره رویشی گیاه و همچنین استقرار بهتر بوته‌ها نسبت داد. افزایش عملکرد خشک اندام هوایی در تاریخ کاشت اسفند احتمالاً ناشی از افزایش تعداد روزهائی است که طول آن‌ها رو به افزایش هستند و سبب افزایش رشد رویشی و تولید علوفه بیشتر می‌گردد. در حالی که در تاریخ

کاشت‌های بعدی علاوه بر کاهش طول دوره رشد، افزایش درجه حرارت و افزایش تنفس و کاهش راندمان فتوسنتز، گیاه زودتر با روزهای بلند برخورد کرده و گلدهی آن زودتر آغاز می‌گردد و فرصت کمتری برای رشد رویشی و تولید بیشتر علوفه دارد. دیگر محققان نیز به نتایج مشابهی در مورد سویا و سایر گیاهان زراعی دست یافتند (Bhandari *et al*., 2018). گزارش شده است که تعداد روزهای مورد نیاز هر رقم برای رسیدن به بلوغ بستگی به مکان، تاریخ کاشت و درجه حرارت دارد (Din *et al*., 2011). در نتیجه افزایش معنی‌دار در عملکرد خشک اندام هوایی گیاه خلر در کشت اسفند ماه نسبت به تاریخ‌های کشت بعدی را می‌توان به بهبود نسبی شرایط محیطی از نظر دما و رطوبت طی دوره رشد رویشی و زایشی نسبت داد.



شکل ۵- عملکرد خشک اندام هوایی تحت تأثیر اثر اصلی تاریخ کاشت. حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ براساس آزمون LSD (LSD value: 446.1) می‌باشند.

Fig. 5. Main effect of sowing date on shoot dry yield. Means having similar letters, have no significant difference at 5% probability level by LSD test (LSD value: 446.1).

همانگونه که از نتایج آزمایش حاضر استنباط می‌شود تاریخ کاشت اثر بسیار زیادی بر خصوصیات کمی و کیفی دانه و علوفه خلر دارد و به طور کلی با تأخیر در کاشت عملکرد دانه به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. در این بررسی مشخص گردید مناسبترین تاریخ کاشت برای اکوتیپ‌های مورد مطالعه اواسط اسفند تا اواسط فروردین ماه می‌باشد که در این بین اکوتیپ مشهد از نظر تولید عملکرد دانه نسبت به باقی اکوتیپ-ها برتری داشت که به دلیل بیشتر بودن تعداد غلاف و تعداد دانه در غلاف بود. همچنین مشاهده گردید که تأخیر در کاشت به دلیل مصادف شدن دوره حساس گل‌دهی و پر شدن دانه با روزهای گرم موجب نقصان عملکرد می‌گردد. از طرفی مشخص گردید که با تأخیر در کاشت از زمان معمول کشت، از کیفیت علوفه کاسته می‌شود و در شرایط آب و هوایی منطقه اواسط فروردین ماه تا اوایل اردیبهشت بهترین زمان جهت حصول علوفه‌ای با حجم کم و کیفیت بالا می‌باشد. در این شرایط علی-رغم بالاتر بودن میزان صفات کیفی اندازه‌گیری شده دارای سطح برگ بیشتری نیز می‌باشد که منبع مهمی از پروتئین است.

منابع

1. Apeyuan, K., Nwankiti, A., Oluma, O., Ekefan, E. 2017. Effect of different sowing dates on disease initiation and development of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) leaf spot disease caused by *Coniella musaiensis* Var. hibisci in Makurdi, Central Nigeria. Journal of Geoscience Environment and Protection 5: 94-101. https://doi.org/10.4236/gep.2017.511007
2. Asadpour, S., Madani, H., Nour Mohammadi, Gh., Majidi Heravan, I., and Heidari Sharif Abad, H. 2020. Improving maize yield with advancing planting time and nano-silicon foliar spray alone or combined with zinc. Silicon 14(5):1-9. Online Availabe. https://doi.org/10.1007/s12633-20-00815-5.

3. Atıs, I., and Acıkalın, S. 2020. Yield, quality and competition properties of grass pea and wheat grown as pure and binary mixture in different plant densities. Turkish Journal of Field Crops 25(1): 18-25. https://doi.org/10.17557/tjfc.737476.
4. Bhandari, B., Shrestha, J., and Tripathi, M.P. 2018. Productivity of maize (*Zea mays* L.) as affected by varieties and sowing dates. International Journal of Applied Biology 2(2): 13-19.
5. Din, J., Khan, S.U., Ali, I., and Gurmani, A.R. 2011. Physiological and agronomic response of canola varieties to drought stress. The Journal of Animal and Plant Sciences 21(1): 78-82.
6. Faraji, A., Latifi, M., Aghajani, A., and Rahnama, K. 2006. Effects of some agronomy factors on phonology stage, vegetative characters, and incidence of *Scleroti niastem* rot in two genotypes of canola in Gonbad area. Journal of Agriculture and Natural Resources 13: 56-68. (In Persian with English Summary).
7. Faramarzi, A., Seyedin, S., Mohbali Poor, N., and Shahrokhi, S. 2012. Study of sowing date on yield and components of Cotton varieties (*Gossypium hirsutum* L.) yield of in Miandeh region. Journal of Research in Agronomy Science 16(4): 27-38. (In Persian with English Summary).
8. Hojjat, S.S. 2020. Effects of TiO2 Nanoparticles on Germination and Growth Characteristics of Grass Pea (*Lathyrus sativus* L.) Seed under Drought Stress. Nanotechnol Russia 15: 204-211. https://doi.org/10.1134/S199507802002010X
9. Keshavarz Mirzamohammadi, H., Modarres-Sanavy, S.A.M., Sefidkon, F., Mokhtassi-Bidgoli, A., and Mirjalili M.H. 2021. Irrigation and fertilizer treatments affecting rosmarinic acid accumulation, total phenolic content, antioxidant potential and correlation between them in peppermint (*Mentha piperita* L.). Irrigation Science 39:671-683: https://doi.org/10.1007/s00271-021-00729-z
10. Keshavarz, H., Modarres-Sanavy, S.A.M., and Mahdipour Afra, M. 2018. Organic and chemical fertilizer affected yield and essential oil of two mint species. Journal of Essential Oil-Bearing Plant 21(6): 1674-1681. https://doi.org/10.1080/0972060X.2018.1497545
11. Khan, A.A., Hussain, A., Ganai, M.A., Sofi, N.R., and Talib Hussain, S. 2018. Yield, nutrient uptake and quality of sweet corn as influenced by transplanting dates and nitrogen levels. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry 7(2): 3567-3571.
12. Lambein, F., Travella, S., Kuo, Y.H., Montagu, M.V., and Heijde, M. 2019. Grass pea (*Lathyrus sativus* L.): orphan crop, nutraceutical or just plain food?. Planta 250: 821-838. https://doi.org/10.1007/s00425-018-03084-0
13. Liu, B., Qu, D., and Liu, J. 2020. Light enrichment, flowering asynchrony and reproduction success in two field-grown soybeans in Northern China. Legume Research 43(2): 241-246.
14. Llorent-Martínez, E.J., Zengin, G., Fernández-de Córdova, M.L., Bender, O., Atalay, A., Ceylan, R., Mollica, A., Mocan, A., Uysal, S., Guler, G.O., and Aktumsek, A. 2017. Traditionally used Lathyrus species: phytochemical composition, antioxidant activity, enzyme inhibitory properties, cytotoxic effects, and in silico studies of L. *czeczottianus* and L. *nissolia*. Front Pharmacol 8: 83. https://doi.org/10.3389/fphar.2017.00083
15. Marghali, S., Touati, A., Gharbi, M., Sdouga, D., and Trifi-Farah, N. 2016. Molecular phylogeny of *Lathyrus* species: insights from sequence-related amplified polymorphism markers. Genetic Molecule Research 15(1): gmr.15017198. https://doi.org/10.4238/gmr.15017198.
16. Piecyk, M., Worobiej, E., Wołosiak, R., Drużyńska, B., and Ostrowska-Ligęza, E. 2019. Effect of different processes on composition, properties and in vitro starch digestibility of grass pea flour. Food Measure 13: 848-856. https://doi.org/10.1007/s11694-018-9997-8.
17. Pouri, K., Sio-Se Mardeh, A., Sohrabi, Y., and Soltani, A. 2019. Crop phenotyping for wheat yield and yield components against drought stress. Cereal Research Communications 47(2): 383-393.
18. Rafaat, J.G., Ghareeb, S.A., and Hasan, S.S. 2022. Effect of Sowing Dates on Growth, Yield, and Its Components of Grass Pea (Lathyrus Sativus) Varieties under Rainfed Condition in Sulaimani Region. Tikrit Journal for Agricultural Sciences 21(1): 59-67. http://dx.doi.org/10.25130/tjas.v21i1.477.
19. Rah Khosravani, A.T., Mansouriear, C., Modarres-Sanavy, S.A.M., Asilan, K.S. and Keshavarz, H. 2017. Effects of sowing date on physiological characteristics, yield and yield components for different maize (*Zea mays* L.) hybrids. Notulae biologicae. 9(1): 143-147. https://doi.org/10.15835/nsb919913.
20. Salih, R.F. 2019. Effect of sowing dates and varieties of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) on growth and yield parameters. Agriculture Environment Research 31(3): 64-70. https://doi.org/10.21271/zjpas.31.3.9
21. Seyithan, S. 2020. Effects of different mixture ratios of grass pea (*Lathyrus sativus* L.) and barley (*Hordeum vulgare*) on quality of silage. Legume Research - An International Journal 42 (5): 666-670. https://doi.org/10.18805/LR-468.

22. Silva, J.R., Gastauer, M., Ramos, S.J., Mitre, S.K., Furtini Neto, A.E., Siqueira, J.O., and Caldeira, CF. 2018. Initial growth of Fabaceae species: Combined effects of topsoil and fertilizer application for mineland revegetation. Flora 246(247): 109-117. https://doi.org/10.1016/j.flora.2018.08.001
23. Talukdar, D. 2012. An induced glutathione-deficient mutant in grass pea (*Lathyrus sativus* L.): modifications in plant morphology, alteration in antioxidant activities and increased sensitivity to cadmium. Bioremediat Biodivers Bioavailab 6:75–86.
24. Tripathy, S.K., Panda, A., Nayak, P.K., Dash, S., Lenka, D., Mishra, D.R., Kar, R.K., Senapati, N., and Dash, G.B. 2016. Somaclonal variation for genetic improvement in grass pea (Lathyrus sativus L.). Legume Research 39:329-335. https://doi.org/10.18805/1r.v0iOF.6853
25. Vaz Patto, M.C., and Rubiales, D. 2014. Lathyrus diversity: available resources with relevance to crop improvement—L. *sativus* and L. *cicera* as case studies. Annal of Botany 113:895–908. https://doi.org/10.1093/aob/mcu024
26. Xu, H.J., Wang, X.P., Zhao, C.Y., and Zhang, X.X. 2019. Responses of ecosystem water use efficiency to meteorological drought under different biomes and drought magnitudes in northern China. Agricultural and Forest Meteorology 278: 107660. https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2019.107660
27. Zhou, L., Cheng, W., Hou, H., Peng, R., Hai, N., Bian, Z., Jiao, C., and Wang, C. 2016. Antioxidative responses and morpho-anatomical alterations for coping with flood-induced hypoxic stress in grass pea (*Lathyrus sativus* L.) in comparison with pea (*Pisum sativum*). Journal of Plant Growth Regulation 35:690-700. https://doi.org/10.1007/s00344-016-9572-7.

Iranian Journal of Pulses Research
Homepage: **https://ijpr.um.ac.ir**
Vol. 14, No. 1, June 2023, p. 34-47 (Original Research Article)

The effect of planting date on quality and seed yield potential of four grass pea ecotype

Sabourifard[1], Hossein; and Keshavarz[2*], Hamed

1. Faculty Member, Department of Agriculture Science, Technical and Vocational University (TVU), Tehran, Iran; hosseinsabourifard@gmail.com; ORCID: 0000-0002-6744-0452
2. PhD. Graduated Student, Agronomy Department, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran; Hamed4720@yahoo.com; ORCID: 0000-0002-7607-1580

The Dates:
Received: 7 February 2022; **Revised:** 15 March 2022
Accepted: 30 April 2022; **Available Online:** 22 June 2023

How to cite this article:
Sabourifard, H., and Keshavarz, H. 2023. The effect of planting date on quality and seed yield potential of four grass pea ecotype. Iranian Journal of Pulses Research 14(1): 34-47. (In Persian with English abstract). DOI: 10.22067/ijpr.v14i1.2202-1024

Introduction
Due to the increasing population and consequently the need to supply the protein needed by the country through the production of livestock and also the importance of maintaining soil structure by creating the right crop rotation in agricultural fields, research on forage plants is inevitable. One of the methods to increase soil fertility and increase crop production is to alternate the plants of legumes in the fields. Pomegranate is also used as a source of protein in livestock and poultry feed and can be used as dry fodder, green fodder and straw for cattle and sheep. Because the organic matter in kelp forage (carbohydrates, proteins and fats) can be catabolized in livestock and used as a source of energy, kelp fodder is important in providing the minerals needed by livestock.

Materials and Methods
In order to study the effects of sowing date on seed and forage yield of four local and foreign *Lathyrus sativa* L. ecotype a field experiment was conducted at Shahriar, Tehran in 2021 growing season. Experimental treatments were arranged in randomized complete blocks design with factorial arrangement with three replications. In this research sowing date were in three levels (including 14th March, 6th April and 29th April) and grass pea ecotype were in four levels (Syria, Ethiopia, Eshnoye and Mashhad). For field sampling and quantitative and qualitative analysis of samples, grass pea forage crop was harvested at 50% flowering and pod stage. After determining the dry forage yield, a sample of forage of each plot was prepared to determine the quality traits. At this stage, traits such as percentage of crude protein, percentage of water-soluble carbohydrates and percentage of crude fiber using Near Infrared Reflectance Spectroscopy technology (Inframatic 8620 Percor, Germany) was measured. Simultaneously, one plant was harvested from each experimental unit and the green leaf area was calculated using a Leaf Area meter (England) in the laboratory. In order to determine the grain yield, an area of one square meter per harvest plot and measurements including grain yield and grain yield components (total number of pods, number of seeds per pod, 1000-seed weight) were performed on harvested plants. Significant differences among sowing date, ecotypes and their interaction for traits were compared by LSD test ($P \leq 0.05$) using using the SAS (9.1) package. Microsoft Office Excel (2013) and Origin Pro. 9.1 were used for figures drawing.

Results and Discussion
The results of the analysis of variance revealed ecotype, planting date and interaction between them was significant for most traits. Foreign yield was significantly affected by planting date and the highest yield was from Ethiopia ecotype in first planting. The highest percentage of organic matter, soluble sugars and crude fiber was found in the third culture, whereas protein content and leaf area were higher in the second planting

* **Corresponding Author:** H.keshavarz@modares.ac.ir

date. The cultivars also showed significant difference in terms of agronomic characteristics and the maximum number of pod per plant, number of seeds per pod and seed yield was achieved from Mashhad ecotype. There is a significant interaction between cultivars and planting date, indicate that various ecotypes have different reactions at different planting dates. In additional, the results of this study showed that delay in planting due to change of temperature and day length leads to faster development, lower photosynthetic area, earlier flowering and these consequently lower yield.

Conclusion
Based on the findings of the current experiment, it can be concluded that the timing of sowing has a substantial impact on both the quantitative and qualitative characteristics of grass pea seed yield and forage production. The results clearly demonstrated that delaying the sowing significantly reduces grain yield. Specifically, this study identified mid-March to mid-April as the most suitable planting period for the studied ecotypes. Among the ecotypes, the Mashhad ecotype outperformed others in terms of grain yield, mainly attributed to its higher number of pods and seeds per pod. Additionally, it was observed that delayed sowing, leading to the critical flowering and seed filling stages coinciding with hot weather conditions, resulted in yield losses. These findings underscore the significance of selecting optimal sowing dates to maximize yield and avoid potential yield reductions associated with unfavorable environmental conditions during critical growth stages. On the other hand, it was found that delaying sowing from the usual planting time reduces forage quality and in the climate of the region, mid-April to early May is the best time to obtain low-volume and high-quality forage.

Keywords: *Lathyrus sativa* L.، Leaf area index، Protein، Season planting، Yield and yield component